



Escola Tècnica Superior d'Enginyeries
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**Volumen I:
MEMÓRIA**

Estudio y modelización del edificio TR5 mediante métodos simplificados

Trabajo Final de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Autor: **Noemí Poyato Gracia**

Directores del TFG: **Marcel Macarulla Martí y**

Miquel Casals Casanova

Junio de 2014

SUMARIO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	8
AGRADECIMIENTOS	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. OBJETO DEL TRABAJO.....	10
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	10
1.3. ALCANCE	11
1.4. ESPECIFICACIONES BÁSICAS.....	11
2. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE	12
2.1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA.....	12
2.2. EL CERTIFICADO ENERGÉTICO	15
2.3. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA CON CE3X.....	20
3. METODOLOGÍA APLICADA.....	21
4. CERTIFICACIÓN EXHAUSTIVA	23
4.1. DATOS ADMINISTRATIVOS	23
4.2. DATOS GENERALES	25
4.3. LA ENVOLVENTE TÉRMICA.....	26
4.3.1. LOS MUROS.....	27
4.3.2. LAS CUBIERTAS.....	36
4.3.3. MATERIALES FACHADAS Y CUBIERTAS	37
4.3.4. EL SUELO.....	38
4.3.5. HUECOS Y LUCERNARIOS	38
4.3.6. PARTICIONES INTERIORES	41
4.3.7. PUENTES TÉRMICOS	42
4.4. INSTALACIONES	44

4.4.1. EQUIPO DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS).....	44
4.4.2. EQUIPO DE CALEFACCIÓN	46
4.4.3. EQUIPO DE REFRIGERACIÓN.....	47
4.4.4. CONTRIBUCIONES ENERGÉTICAS	47
4.4.5. EQUIPOS DE ILUMINACIÓN.....	48
4.4.6. EQUIPOS DE AIRE PRIMARIO	48
4.4.7. VENTILADORES	49
4.4.8. EQUIPOS DE BOMBEO.....	50
4.5 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	51
5. CERTIFICACIÓN BASICA	52
5.1 LA ENVOLVENTE TÉRMICA.....	52
5.1.1. LOS MUROS.....	52
5.1.2. LAS CUBIERTAS.....	54
5.1.3. HUECOS Y LUCERNARIOS	55
5.1.4. PARTICIONES INTERIORES	55
5.1.5. PUENTES TÉRMICOS	56
5.2 LAS INSTALACIONES	56
5.3 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	57
6. CERTIFICACIÓN MONITORIZADA	58
7. COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS	63
8. TRABAJOS FUTUROS	67
9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	69
10. RESUMEN ECONÓMICO.....	70
11. CONCLUSIONES.....	71
BIBLIOGRAFIA.....	73

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Esquema de la transposición de la normativa europea a la española.	14
Ilustración 2 Esquema de procedimientos para la Certificación Energética de Edificios.	16
Ilustración 3 Modelo etiqueta de calificación energética de edificios	17
Ilustración 4 Esquema metodología aplicada	21
Ilustración 5 Ventana de introducción de datos administrativos en CE3x	24
Ilustración 6 Esquema de la envolvente térmica de un edificio.....	26
Ilustración 7 Distribución de fachadas	27
Ilustración 8 Fachada principal	28
Ilustración 9 Esquema materiales en fachada principal	28
Ilustración 10 Fachada lateral derecha.....	29
Ilustración 11 Esquema materiales en fachada lateral derecha.....	29
Ilustración 12 Fachada interior este	30
Ilustración 13 Esquema materiales en fachada interior este.....	30
Ilustración 14 Fachada interior oeste	31
Ilustración 15 Esquema materiales en fachada interior oeste.....	31
Ilustración 16 Fachada posterior	32
Ilustración 17 Esquema materiales en fachada posterior	32
Ilustración 18 Fachada lateral izquierda	33
Ilustración 19 Esquema materiales en fachada lateral izquierda	33
Ilustración 20 Fachada posterior sala de actos	34
Ilustración 21 Esquema de cubiertas	36
Ilustración 22 Equipo de ACS	44
Ilustración 23 Acumulador solar de ACS	45
Ilustración 24 Resultado de la calificación energética	51
Ilustración 25 Disposición de las fachadas	53
Ilustración 26 Esquema de cubiertas simplificado.....	54
Ilustración 27 Ventana de definición de los puentes térmicos por defecto en CE3x....	56
Ilustración 28 Resultado de la calificación energética básica	57
Ilustración 29 Gráfico de consumos de electricidad	58



Il·lustració 30 Gràfic de consumos de electricitat	60
Il·lustració 31 Esquema energia final y primaria.....	61
Il·lustració 32 Gràfic distribució hores.....	65

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Calificación en edificios de viviendas	18
Tabla 2 Calificación en edificios de otros usos	19
Tabla 3 Características fachada principal	28
Tabla 4 Características fachada lateral derecha	29
Tabla 5 Características fachada interior este	30
Tabla 6 Características fachada interior oeste	31
Tabla 7 Características fachada posterior	32
Tabla 8 Características fachada lateral izquierda.....	33
Tabla 9 Características fachada posterior sala de actos.....	34
Tabla 10 Características de las cubiertas	36
Tabla 11 Listado materiales fachadas	37
Tabla 12 Listado materiales cubiertas	38
Tabla 13 Características de los huecos/lucernarios	40
Tabla 14 Características de las particiones interiores	41
Tabla 15 Clasificación de puentes térmicos	42
Tabla 16 Características de los puentes térmicos.....	43
Tabla 17 Características de los equipos de ACS	45
Tabla 18 Características de los equipos de calefacción	46
Tabla 19 Características de los equipos de refrigeración	47
Tabla 20 Características de las contribuciones energéticas	47
Tabla 21 Características de los equipos de iluminación	48
Tabla 22 Características de los equipos de aire primario	48
Tabla 23 Características de los equipos de ventilación	49
Tabla 24 Características de los equipos de bombeo	50
Tabla 25 Características de las fachadas simplificadas.....	53
Tabla 26 Características de las cubiertas simplificadas.....	54
Tabla 27 Características de los huecos/lucernarios simplificados	55
Tabla 28 Consumos de electricidad monitorizados	59
Tabla 29 Consumo de gas monitorizado	60
Tabla 30 Consumos de gas TR5 y TR6 ponderados	61

Tabla 31 Conversión energía final a energía primaria	62
Tabla 32 Distribución horas/coste certificación exhaustiva	63
Tabla 33 Distribución horas/coste certificación básica	64
Tabla 34 Distribución horas/coste certificación monitorizada	65
Tabla 35 Resumen de resultados	66
Tabla 36 Distribución de tiempos para el trabajo futuro 1	67
Tabla 37 Distribución de tiempos para el trabajo futuro 2	68

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la certificación energética de un edificio existente. Se realizarán tres certificaciones sobre el mismo edificio, dos mediante métodos simplificados utilizando el programa CE3x y una certificación basada en el consumo de energía real del edificio que está monitorizado.

Después de realizar las diferentes certificaciones se compararán los resultados obtenidos en cada una de ellas. Los principales parámetros de comparación son las horas dedicadas, el coste y la calificación obtenida para cada certificación.

ABSTRACT

This paper is about the energy certification of an existing building. It will be done three certifications in the same building, two by using simplified methods with the program CE3x and one based on the real consumption of the building which is monitored.

After performing the different certifications, the results obtained in each one will be compared. The main parameters of comparison are the hours spent, the cost and the grade obtained for each certification.



AGRADECIMIENTOS

A todo el equipo del servicio de Mantenimiento y Obras del Campus Terrassa, por estar dispuestos a ayudar en cualquier momento.

A mi familia, a Sergi y a Marina, por estar siempre ahí.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO DEL TRABAJO

El objetivo de este trabajo es comprobar si los resultados de consumo energético obtenidos mediante la utilización de métodos simplificados para la modelización de edificios se adecuan al consumo energético real del edificio.

Se pretende ver también si hay una clara diferencia entre una certificación exhaustiva y una certificación básica en lo que hace referencia a horas dedicadas y resultado de la calificación energética.

Se quiere estudiar también si hay alguna forma alternativa de obtener la certificación de eficiencia energética en los casos de edificios monitorizados.

1.2. JUSTIFICACIÓN

A raíz de la entrada en vigor de la directiva 2010/31/UE que, entre otras cosas, pretende regular la certificación energética de los edificios nuevos y existentes, muchas empresas de ingeniería han empezado a ofrecer certificaciones energéticas como otro más de sus servicios.

Para llevar a cabo estas certificaciones se trabaja con métodos simplificados, es decir, programas que estiman el consumo energético de un edificio a través de la envolvente térmica y las instalaciones de este.

Por esta razón se quiere comprobar la adecuación de los resultados de estos programas, para saber si realmente la calificación energética que se obtiene mediante los métodos simplificados se ajusta a la realidad además de ver si hay otras vías para la obtención del certificado de eficiencia energética.

1.3. ALCANCE

Este trabajo se desarrolla sobre el edificio TR5 de *l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa*.

En el proyecto se realizará una primera certificación exhaustiva del edificio, después se realizará una segunda certificación más básica del mismo edificio, más tarde se obtendrán los datos reales de consumo del edificio a partir de una base de datos. Finalmente se compararan los resultados obtenidos en cada caso.

De las certificaciones se va a obtener consumo energético por unidad de superficie así como las emisiones de dióxido de carbono por unidad de superficie.

Se modelara toda la envolvente térmica e instalaciones del edificio.

El estudio NO contempla patrones de sombras en la modelización del edificio.

El estudio NO integra medidas de mejora de la eficiencia energética del edificio.

NO se ha ensayado la estanqueidad del edificio en estudio.

1.4. ESPECIFICACIONES BÁSICAS

El estudio se realizara con el programa CE3x.

Los datos de consumo del edificio se obtendrán a partir de la base de datos SIRENA.

Se utilizaran datos medidos in situ así como mediciones obtenidas de los planos proporcionados por el departamento de Mantenimiento y Obras de la UPC.

Los datos requeridos por el programa y no conocidos se introducirán como datos estimados o por defecto en función de la información que se disponga.

2. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

2.1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

En la Unión Europea, en el año 2002, el 40% del consumo total de energía y el 36% de las emisiones de CO₂ correspondían a los edificios de viviendas y del sector servicios y la tendencia era a aumentar con el tiempo. Por esta razón, la reducción del consumo de energía y el aumento del uso de energías renovables en el sector de la edificación empezaron a constituir una parte importante de las medidas necesarias para reducir la dependencia energética, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y cumplir el Protocolo de Kyoto.

En esta situación la UE aprobó la directiva EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*) 2002/91/EC que tenía como objetivo fomentar la eficiencia energética de los edificios en la Unión Europea. Esta directiva tenía que transponerse obligatoriamente en todos los países miembros de la UE antes del 4 de enero de 2006.

La Comisión Europea aprobó en 2010 la Directiva 2010/31/UE de eficiencia energética de los edificios, que es una ampliación y corrección de la 2002/91/EC. Esta directiva establece requisitos en relación con tres aspectos fundamentales:

- La inspección periódica de de las instalaciones técnicas de los edificios: sienta las bases de los requisitos que tendrán que cumplir las diferentes instalaciones de un edificio en caso de reformas o instalaciones nuevas.
- El aumento de edificios de consumo de energía casi nulo: se pretende que para el 31 de diciembre de 2020 las edificaciones habitables existentes o de nueva construcción tengan un consumo energético prácticamente nulo.

- La certificación energética de edificios: esta directiva fija los requisitos mínimos de eficiencia energética que han de tener los edificios nuevos así como encomienda a los Estados Miembros a que tomen las medidas necesarias cuando se efectúen reformas importantes en edificios se mejore la eficiencia energética siempre técnica, funcional y económicamente viable. Adicionalmente la directiva establece que los Estados Miembros establezcan un sistema de certificación de eficiencia energética de los edificios.

La transposición de la Directiva 2002/91/CE (posteriormente refundida en la Directiva 2010/31/UE) en España se planteó mediante 4 normativas principalmente:

- El **Código Técnico de la Edificación (CTE) – Real Decreto 314/2006** – mediante el cual se regulaban diversos parámetros constructivos.
- El **Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) – Real Decreto 1027/2007** – el cual regulaba la eficiencia energética de instalaciones térmicas.
- El **Real Decreto 47/2007** el cual regulaba la certificación de eficiencia energética de edificios nuevos.
- El **Real Decreto 235/2013** de 5 de abril de 2013 el cual, aparte de regular la certificación de edificios existentes, derogaba el anterior RD 47/2007 de certificación de edificios nuevos.

Se entiende como edificios existentes aquellos que se construyeron anteriormente a 2007 pues desde esa fecha se ven afectados por el RD 47/2007.

Esta normativa fija la fecha del 1 de junio de 2013 como la fecha a partir de la cual será obligatorio poner a disposición de compradores o arrendadores de edificios un certificado de eficiencia energética (CEE) del mismo.

A continuación se muestra el esquema de la transposición de la normativa europea a la española:

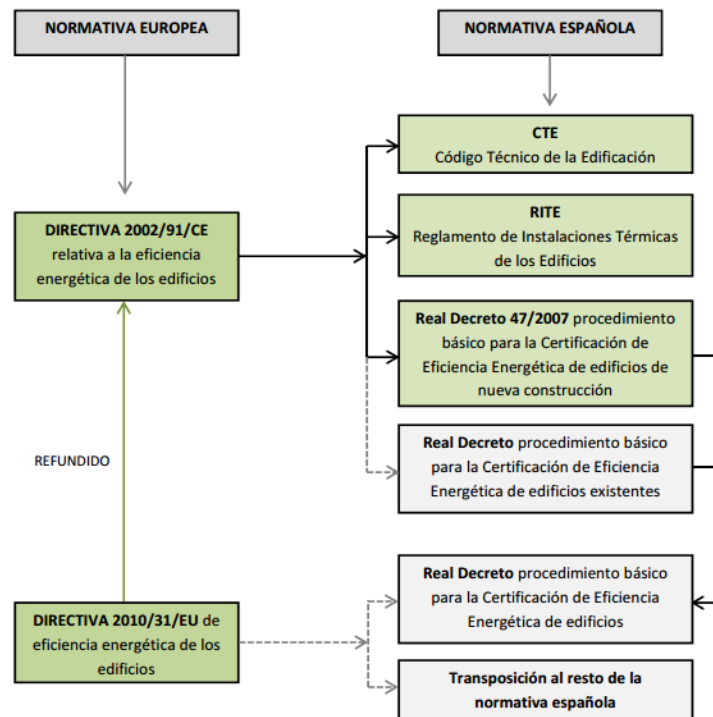


Ilustración 1 Esquema de la transposición de la normativa europea a la española. Fuente [1]

2.2. EL CERTIFICADO ENERGÉTICO

El certificado de eficiencia energética o certificado energético es un documento oficial redactado por un técnico competente que incluye información objetiva sobre las características energéticas de un edificio.

La certificación energética califica energéticamente un edificio calculando el consumo anual de energía necesario para satisfacer la demanda energética de este en condiciones normales de ocupación y funcionamiento.

El certificado debe contener:

- Identificación del edificio: Nombre, dirección, referencia catastral, etc.
- Datos del técnico certificador y del promotor o propietario del edificio.
- Uso del edificio y condiciones de funcionamiento y ocupación.
- Indicación del procedimiento reconocido que se ha utilizado para la calificación.
- Indicación de la normativa de aplicación.
- Descripción de las características energéticas del edificio: envolvente térmica e instalaciones.
- Calificación de eficiencia energética obtenida.

En el caso de edificios existentes, tendrá que contener además:

- Descripción de las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador.
- Documento de recomendaciones para la implantación de medidas de mejora que hagan reducir las emisiones de CO₂ del edificio.

La calificación de eficiencia energética de un edificio se puede realizar mediante:

- La **opción general**, de carácter prestacional, a través de un programa informático, cuya versión oficial es CALENER, que desarrolla la metodología de cálculo de una manera directa.
- La opción **simplificada**, de carácter prescriptivo, que desarrolla la metodología de cálculo de una manera indirecta. Dentro del procedimiento simplificado se encuentran los programas CE3 y CE3x.

Actualmente el esquema de procedimientos a emplear para la Certificación Energética de Edificios es el siguiente:

		Certificación energética de edificios
Edificios nuevos	Vivienda	CALENER VyP CE2 CERMA
	Otros usos	CALENER VyP CALENER GT
Edificios existentes	Vivienda	CALENER VyP CE3 CE3X CERMA
	Otros usos	CALENER VyP CALENER GT CE3 CE3X

Ilustración 2 Esquema de procedimientos para la Certificación Energética de Edificios. Fuente [2]

El caso del edificio en estudio es un edificio existente con otros usos (servicios), en consecuencia para su certificación se podrían utilizar tanto métodos generales como métodos simplificados. En este caso se va a estudiar el edificio TR5 mediante métodos simplificados, utilizando el programa CE3x en concreto.

El certificado de eficiencia energética tiene una validez máxima de 10 años. Pasado este tiempo se debe renovar.

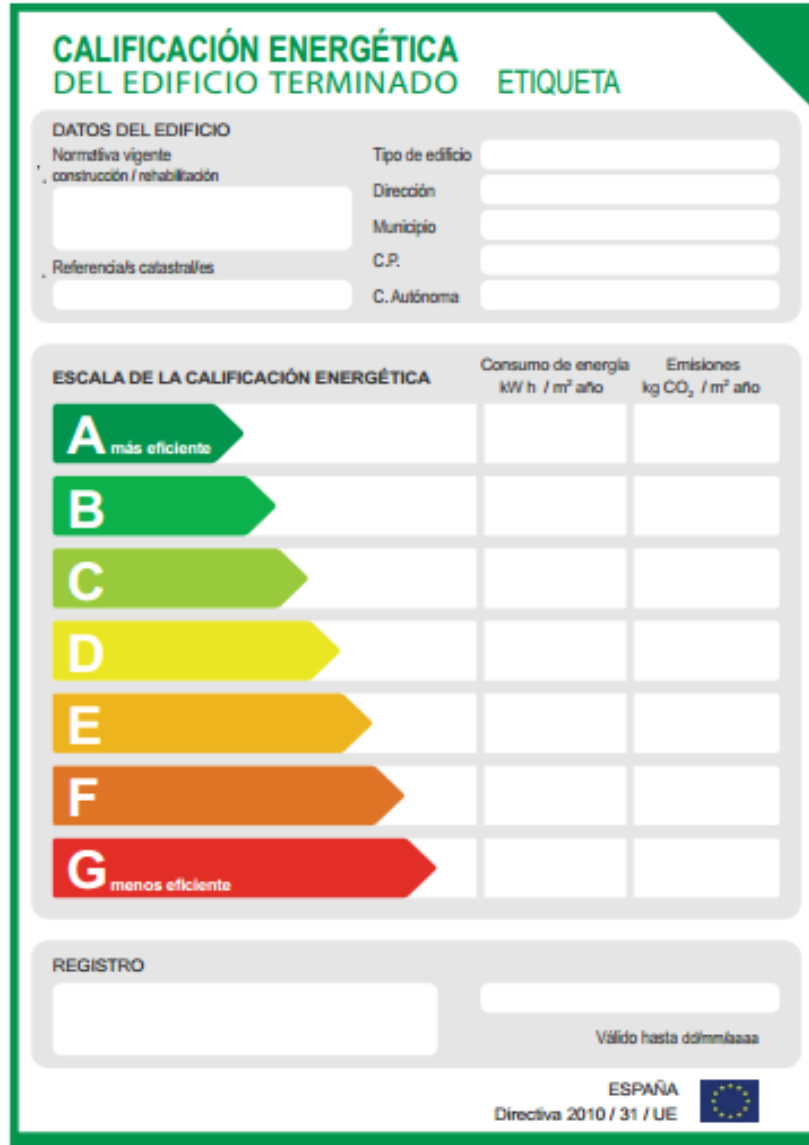
La etiqueta de eficiencia energética refleja el consumo de energía en kWh/m² anual y así como las emisiones de CO₂/m² anuales, clasificando el edificio en 7 categorías, de la A a la G, donde A indica mayor eficiencia energética y G menor. Esto indica que no solamente se tiene en cuenta el consumo del edificio sino que también refleja la procedencia del consumo de energía primaria.

Así pues, para un edificio en concreto se pueden obtener dos categorías, una para el consumo y otra para las emisiones. Se puede dar el caso que un edificio que tenga un bajo consumo de energía y obtenga una calificación C de este indicador genere muchas emisiones porque la fuente de energía utilizada sea poco sostenible obteniendo una calificación E del indicador de emisiones.

Es importante que se reflejen los dos indicadores, consumo y emisiones, porque aporta más información sobre el edificio. Así la persona que mire la etiqueta puede interesarle más un edificio u otro en función de si tiene un punto de vista económico, con lo cual buscaría que el indicador de emisiones tuviera la mejor calificación posible,

o bien tiene un punto de vista más globalmente sostenible, donde buscaría que el indicador de emisiones fuera lo más bajo posible.

A continuación se muestra una imagen de la etiqueta de calificación energética de edificios homologada.



CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio
	Dirección
Referencia/s catastral/es	Municipio
	C.P.
	C. Autónoma

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kWh / m ² año	Emisiones kg CO ₂ / m ² año
A más eficiente		
B		
C		
D		
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA
Directiva 2010 / 31 / UE






Ilustración 3 Modelo etiqueta de calificación energética de edificios. Fuente [3]

Para más información sobre las características que tienen que cumplir las etiquetas consultar el *Anexo IV* de este trabajo.

Los edificios tienen escalas de calificación energética diferentes en función de si su uso está destinado a vivienda o a otros usos.

A continuación se adjuntan las tablas de escalas de calificación energética en función de su uso.

Calificación de eficiencia energética del edificio	Índices de calificación de eficiencia energética
A	$C1 < 0,15$
B	$0,15 \leq C1 < 0,50$
C	$0,50 \leq C1 < 1,00$
D	$1,00 \leq C1 < 1,75$
E	$C1 > 1,75$ y $C2 < 1,00$
F	$C1 > 1,75$ y $1,00 \leq C2 < 1,50$
G	$C1 > 1,75$ y $1,50 \leq C2$

Tabla 1 Calificación en edificios de viviendas. Fuente [4]

Los índices C1 y C2 se obtienen mediante las formulas siguientes:

$$C1 = \frac{\left(\frac{I_0}{I_r} \cdot R\right) - 1}{2(R-1)} + 0,6 \quad C2 = \frac{\left(\frac{I_0}{I_s} \cdot R'\right) - 1}{2(R'-1)} + 0,5$$

Donde:

I_0 : son las emisiones anuales de CO₂ o el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio objeto.

I_r : corresponde al valor medio de las emisiones anuales de CO₂ o el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria de los edificios nuevos de viviendas

R : es el ratio entre el valor de I_r y el valor de emisiones anuales de CO₂ o el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10 % de los edificios nuevos de viviendas.

I_s : corresponde al valor medio de las emisiones anuales de CO₂ o el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, para el parque existente de edificios de viviendas en el año 2006.

R': es el ratio entre el valor I_s y el valor de emisiones anuales de CO_2 o el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10% del parque existente de edificios de viviendas en el año 2006.

Calificación de eficiencia energética del edificio	Índices de calificación de eficiencia energética
A	$C < 0,40$
B	$0,40 \leq C < 0,65$
C	$0,65 \leq C < 1,00$
D	$1,00 \leq C < 1,30$
E	$1,30 \leq C < 1,60$
F	$1,60 \leq C < 2,00$
G	$2,00 \leq C$

Tabla 2 Calificación en edificios de otros usos. Fuente [4]

El índice de calificación de eficiencia energética C de este tipo de edificios es el cociente entre las emisiones anuales de CO_2 o el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio a certificar y las emisiones de CO_2 o el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio de referencia, según corresponda.

2.3. LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA CON CE3X

En este estudio se ha utilizado el programa CE3x como método simplificado para la obtención de la calificación energética del edificio.

El programa consta de cuatro apartados para la introducción de datos:

- Datos administrativos: aquí se introducen los datos del edificio como la dirección y la referencia catastral así como los datos del cliente y del técnico certificador.
- Datos generales: en este apartado se introducen las características más básicas del edificio como el año de construcción, el perfil de uso o la superficie útil.
- Envolvente térmica: aquí se introducen los datos de todos los elementos constructivos del edificio.
- Instalaciones: en este apartado se definen las diferentes instalaciones que dispone el edificio en estudio.

Una vez completados los datos anteriores el programa calcula la calificación energética del edificio, proporcionando al técnico una serie de indicadores parciales y un indicador global.

A continuación se deben proponer medidas de mejora para reducir el valor de la calificación obtenida mejorando así la eficiencia energética del edificio. Las medidas de mejora propuestas deben adjuntarse detalladas con su correspondiente presupuesto en un documento de texto. Este trabajo no contempla la propuesta de medidas de mejora porque su objetivo no es en si la realización de una certificación energética completa sino que lo que se busca es la obtención de los indicadores globales de consumo del edificio para su posterior estudio.

Finalmente el programa genera el informe del proyecto que se entregará al órgano competente de cada comunidad autónoma, que será el encargado de emitir la etiqueta energética definitiva.

3. METODOLOGÍA APLICADA

En este apartado se describe la metodología utilizada en el desarrollo del estudio. A continuación se muestra un esquema resumen de la metodología aplicada:

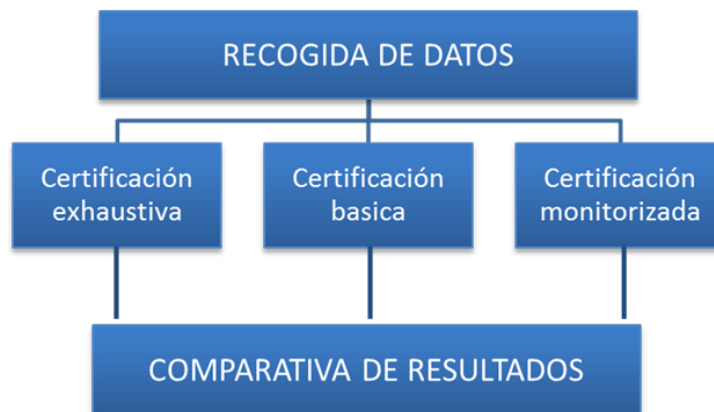


Ilustración 4 Esquema metodología aplicada

Cómo se puede observar, hay 3 pasos diferenciados, la recogida de datos, las certificaciones y una comparativa de resultados. La recogida de datos es común en todas las certificaciones pero en cada caso llevara un tiempo determinado diferente.

A continuación se explica cada paso con un poco más de detalle.

RECOGIDA DE DATOS:

La recogida de datos se basa en la obtención de la máxima información del edificio en las mínimas visitas al mismo. En cada visita se anotan datos importantes del edificio medidos in situ para después complementar esa información con la obtenida a partir de los planos y documentos de instalaciones proporcionados por el *Servicio de Obras y Mantenimiento de la UPC*.

CERTIFICACIONES:

Una certificación, como se ha explicado anteriormente, es un documento redactado por un técnico habilitado. Este documento debe contener principalmente información del edificio (envolvente térmica e instalaciones), calificación energética e indicación de la metodología utilizada para el cálculo de la calificación en energética.

En este estudio se desarrollan tres certificaciones diferentes.

- **Certificación exhaustiva:** Esta certificación contiene información detallada de la envolvente térmica e instalaciones del edificio, recopilada en varias visitas al edificio. La información recopilada se introduce en el programa CE3x. Los cálculos de la calificación energética así como la redacción final del informe los genera automáticamente el programa.
- **Certificación básica:** Esta certificación contiene información simplificada y resumida de la envolvente térmica e instalaciones del edificio, recopilada en una o dos visitas al mismo. La información recopilada se introduce en el programa CE3x. Los cálculos de la calificación energética así como la redacción final del informe los genera automáticamente el programa.
- **Certificación monitorizada:** Esta certificación se ha realizado calculando la calificación energética del edificio a partir de los consumos reales anuales de electricidad y gas obtenidos a partir de una base de datos.

COMPARATIVA DE RESULTADOS:

Una vez realizadas las tres certificaciones y obtenida la calificación energética en cada caso se dispone a comparar los resultados a partir de dos factores principales: el tiempo utilizado para la realización de cada certificación y el consumo obtenido en cada caso.

4. CERTIFICACIÓN EXHAUSTIVA

Esta certificación se ha realizado a partir de los datos proporcionados por el servicio de obras y mantenimiento de la UPC y de las medidas tomadas in situ en múltiples visitas al edificio.

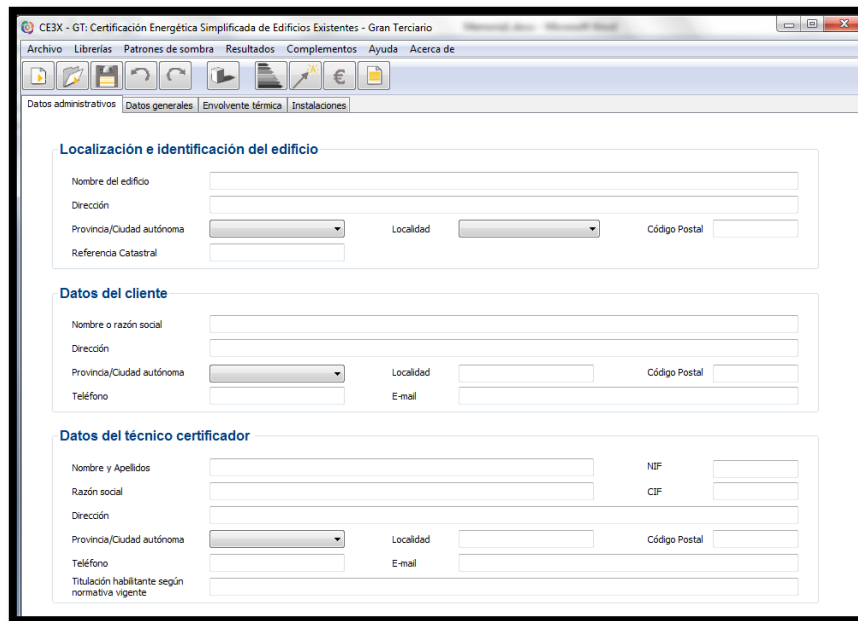
En este apartado se describen detalladamente los pasos a seguir cuando se realiza una certificación energética con el programa CE3x.

La disposición de los datos en este apartado está pensada para una cómoda introducción de los mismos en el programa.

4.1. DATOS ADMINISTRATIVOS

Los datos administrativos son los primeros datos que se introducen en el programa, estos datos no tienen una influencia directa sobre los resultados de la certificación energética pero sirven para localizar el edificio sobre el cual se quiere obtener el certificado de eficiencia energética así como los datos de las personas o entidades implicadas en el estudio.

La imagen que se muestra a continuación es la ventana de introducción de datos del programa y es lo primero que se ve al iniciarlo.



CE3X - GT: Certificación Energética Simplificada de Edificios Existentes - Gran Terciario

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio

Dirección

Provincia/Ciudad autónoma Localidad Código Postal

Referencia Catastral

Datos del cliente

Nombre o razón social

Dirección

Provincia/Ciudad autónoma Localidad Código Postal

Teléfono E-mail

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos NIF

Razón social CIF

Dirección

Provincia/Ciudad autónoma Localidad Código Postal

Teléfono E-mail

Titulación habilitante según normativa vigente

Ilustración 5 Ventana de introducción de datos administrativos en CE3x

Como se puede observar se diferencian tres tipos de datos, los del edificio, los del cliente y los del técnico certificador.

El cliente es la persona en posesión del edificio sobre el que se quiere realizar la certificación y técnico certificador es la persona escogida por el cliente para la realización de esta. El técnico certificador, según establece el Real Decreto 235/2013, son aquellos que estén en posesión de cualquiera de las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para la redacción de proyectos o dirección de obras de edificación o para la realización de proyectos de sus instalaciones térmicas, por tanto, y en relación con la Ley 38/1999, son técnicos competentes para suscribir el certificado de eficiencia energética en los edificios los Arquitectos, Arquitectos técnicos, Aparejadores, Ingenieros Superiores e Ingenieros técnicos.

En el apartado de localización e identificación del edificio se quiere destacar la referencia catastral. La referencia catastral es un código identificador del edificio, que cualquier persona puede encontrar fácilmente en la *Sede Electrónica de la Dirección General del Catastro (SEC)* introduciendo la dirección del edificio en cuestión. El documento del catastro del edificio del TR5 se encuentra en el *Anexo I* de este trabajo.

4.2. DATOS GENERALES

Los datos generales son datos genéricos que repercuten directamente en los cálculos internos del programa para la obtención de la calificación energética.

Un ejemplo es la introducción del año de construcción del edificio que determinará la normativa vigente para el año de construcción que a su vez le servirá al programa para ponerse en situación y en el caso de introducir algún dato estimado o predeterminado escogerá el peor valor que cumpla esa normativa.

También queda determinada la zona climática en la que se encuentra el edificio a partir de la localidad y provincia a la que pertenece el edificio.

Se introduce también el tipo de edificio (si es un edificio completo o se está estudiando un local) y la intensidad de uso de este.

Finalmente se pide la definición del edificio, que es la superficie útil, la altura libre de planta y el número de plantas así cómo y el consumo diario de agua caliente sanitaria y la masa de las particiones (ligera, media o pesada).

4.3. LA ENVOLVENTE TÉRMICA

La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos que limitan entre espacios habitables y el ambiente exterior (aire, terreno, otro edificio) y todas las particiones interiores que limitan entre los espacios habitables y los espacios no habitables. Dentro de la envolvente térmica se distinguen varios grupos de elementos que la constituyen. La imagen a continuación muestra la situación de los diferentes cerramientos en un edificio.

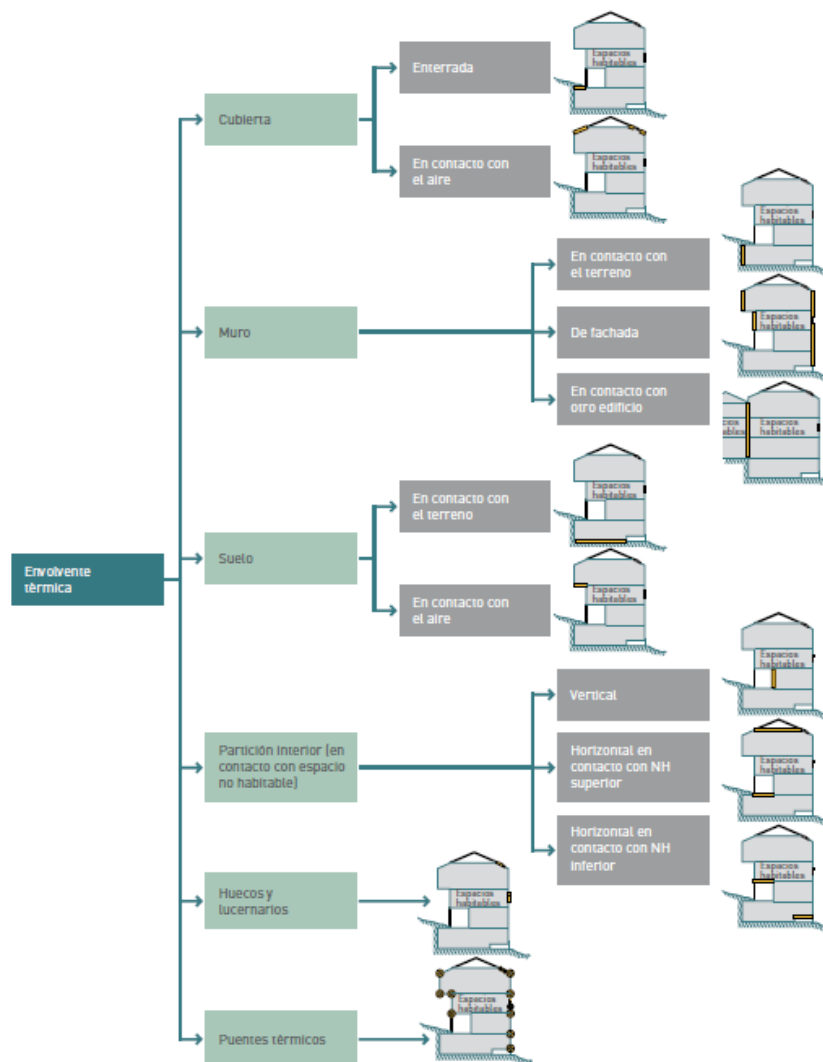


Ilustración 6 Esquema de la envolvente térmica de un edificio. Fuente [5]

A continuación se definen y describen todos los cerramientos que constituyen la envolvente térmica del edificio en estudio.

4.3.1. LOS MUROS

Se diferencian tres tipos de muros según se encuentren en contacto con el terreno, ya sean muros de fachada o estén en contacto con otro edificio (medianería).

Muros de fachada:

Se ha desglosado el edificio en siete fachadas diferentes según la orientación y las características de cada una de ellas. Su distribución se aprecia en la siguiente figura.

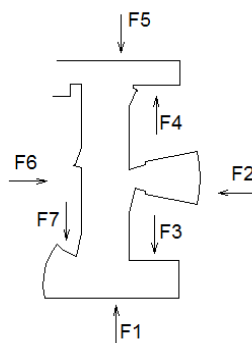


Ilustración 7 Distribución de fachadas

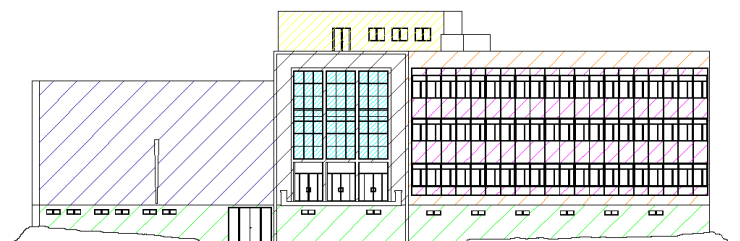
Las fachadas no son iguales en toda la superficie sino que están compuestas por diferente tipo de materiales. Por este motivo se ha dividido cada fachada en diferentes partes en función de los materiales constructivos de los que dispone.

Esto va a permitir hacer un estudio más exacto. Si se escogiera el material más predominante en las diferentes fachadas y se extendiera para toda la fachada se estaría cometiendo un error, que puede ser muy influyente o no, eso será diferente en cada edificio que se estudia. En el siguiente capítulo se hace un estudio más básico donde se podrá comprobar si este hecho tiene un gran impacto sobre el resultado de la calificación final.

Fachada principal (F1):



Il·lustració 8 Fachada principal



Il·lustració 9 Esquema materials en fachada principal











Código	Situación en esquema	Materiales ¹	Superficie (m ²)	Hueco/Lucernario asociado ²	Orientación
F1A		M4	215,68	-	Oeste
F1B		M3	82,97	P1 (x3)	
F1Bp		M3p	8,62	-	
F1Bj		M3j	4,08	-	
F1C		M1	50,70	-	
F1D		M2	7,38	-	
F1E		M5	279,47	V1 (x60)	
F1F		M6	46,51	-	
F1G		M9	166,67	P2 + V2 (x6) + V3 (x8)	
F1H		M12	61,40	P3 + V4 (x3)	

Tabla 3 Características fachada principal

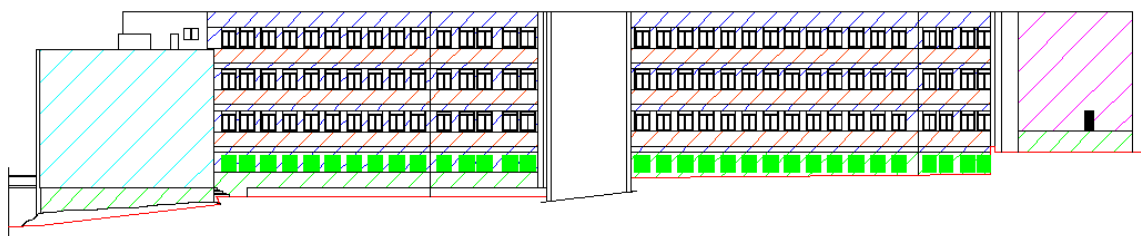
¹ La descripción de los materiales se encuentra en el apartado 4.3.3 de este documento.

² La descripción de los diferentes huecos se desarrolla en el apartado 4.3.5 de este documento.

Fachada lateral derecha (F2):



Il·lustració 10 Fachada lateral derecha



Il·lustració 11 Esquema materials en fachada lateral derecha







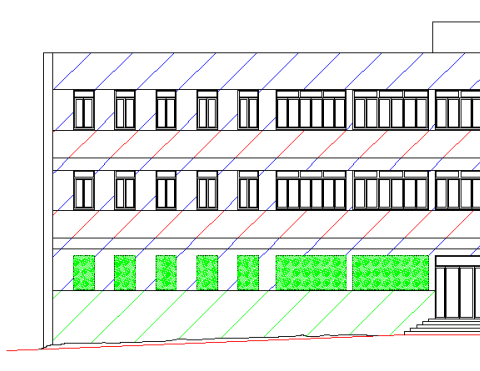
Código	Situación en esquema	Materiales	Superficie (m ²)	Hueco/Lucernario asociado	Orientación
F2A		M7	264,21	-	Sur
F2B		M8	436,45	V5 (x75) + V6 (x21)	
F2C		M8a	198,71	-	
F2D		M9	171,46	V7 (x7) + V8 (x10)	
F2E		M6	211,05	-	
F2F		M11	117,99	P4	

Tabla 4 Características fachada lateral derecha

Fachada interior este (F3):



Il·lustració 12 Fachada interior este



Il·lustració 13 Esquema materials en fachada interior este





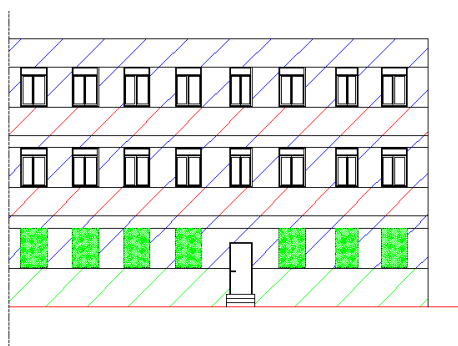
Código	Situación en esquema	Materiales	Superficie (m ²)	Hueco/Lucernario asociado	Orientación
F3A		M7	56,98	-	Este
F3B		M8	128,99	P8 + V11 (x15) + V12 (x6) + V13 (x2)	
F3C		M8a	60,83	-	
F3D		M9	42,66	-	

Tabla 5 Características fachada interior este

Fachada interior oeste (F4):



Il·lustració 14 Fachada interior oeste



Il·lustració 15 Esquema materials en fachada interior oeste





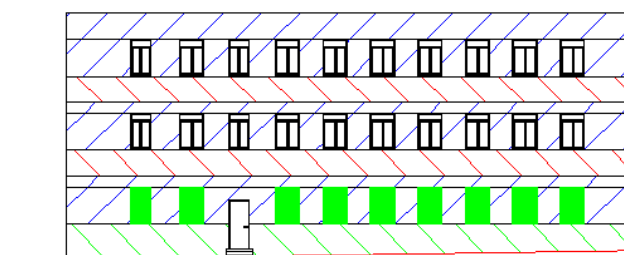
Código	Situación en esquema	Materiales	Superficie (m ²)	Hueco/Lucernario asociado	Orientación
F4A		M7	55,35	-	Oeste
F4B		M8	180,70	P7 + V9 (x15) + V10 (x8)	
F4C		M8a	52,42	-	
F4D		M9	36,18	-	

Tabla 6 Características fachada interior oeste

Fachada posterior (F5):



Il·lustració 16 Fachada posterior



Il·lustració 17 Esquema materials en fachada posterior





Código	Situación en esquema	Materiales	Superficie (m ²)	Hueco/Lucernario asociado	Orientación
F5A		M7	80,50	-	Este
F5B		M8	175,19	V9 (x20) + V10 (x10)	
F5C		M8a	76,25		
F5D		M9	46,54	-	

Tabla 7 Características fachada posterior

Fachada lateral izquierda (F6):



Ilustración 18 Fachada lateral izquierda

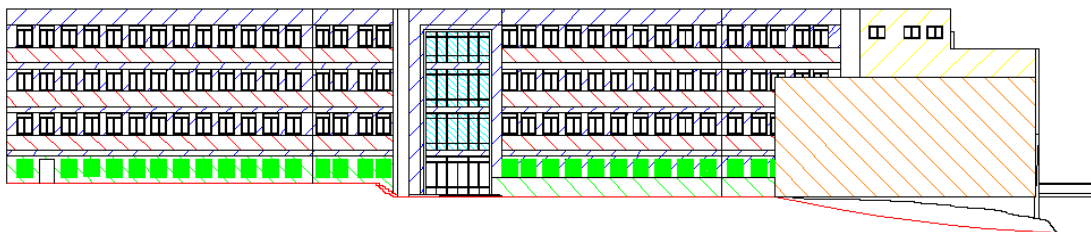


Ilustración 19 Esquema materiales en fachada lateral izquierda









Código	Situación en esquema	Materiales	Superficie (m ²)	Hueco/Lucernario asociado	Orientación
F6A		M8	532,42	P5 (x2) + V5 (x87) + V6 (x24)	Norte
F6B		M8a	198,74	-	
F6C		M7	263,00	-	
F6D		M1	45,78	-	
F6E		M2	7,80	-	
F6F		M9	126,85	P6 + V5 (x4) + V6 (x12)	
F6G		M10	247,36	V14 (x2)	
F6H		M12	85,04	V4 (x3)	

Tabla 8 Características fachada lateral izquierda

Fachada posterior sala de actos (F7):



Il·lustració 20 Fachada posterior sala de actos

No se dispone de ningún plano de ésta fachada pero se han tomado las medidas in situ de las dimensiones de esta fachada.

La fachada de obra vista corresponde al código F7A en la tabla y la fachada con acabado de mortero situada en la parte superior de la fachada se corresponde con el código F7B.

Código	Materiales	Superficie (m ²)	Hueco/Lucernario asociado	Orientación
F7A	M7	93,61	V11 (x4)	Este
F7B	M8a	12,50	-	

Tabla 9 Características fachada posterior sala de actos

Muros en contacto con el terreno:

En la parte del sótano hay un total de 258,58 metros de muros en contacto con el terreno. A una altura media de 2,80 metros obtenemos 724,02 m² de muros.

Estos muros tienen una profundidad de 0,50 metros y no disponen de aislamiento térmico.

Muros de medianería:

El edificio TR5 está en contacto con los edificios TR45 y TR6. El contacto entre los edificios no es exactamente de medianería ya que entre los edificios TR45 y TR5 hay puertas que los comunican y entre los edificios TR5 y TR6 no hay muros ni puertas que los separen, simplemente el espacio está abierto.

En el caso del contacto con el TR45 lo consideraremos medianería a la hora de introducirlo al programa. La superficie de muro es de 60.25 m².

En el caso del contacto con el TR6 al estar abierto se considera que no hay transferencia de energía entre los dos edificios, por tanto, para que se refleje la adiabaticidad del hueco introduciremos un muro de fachada cuya transmitancia térmica sea nula. La superficie del hueco es de 92.08 m².

4.3.2. LAS CUBIERTAS

Se diferencian dos tipos de cubiertas, las enterradas y las que están en contacto con el aire.

El edificio estudiado no dispone de cubiertas enterradas.

Las diferentes cubiertas en contacto con el aire están especificadas en la siguiente figura:

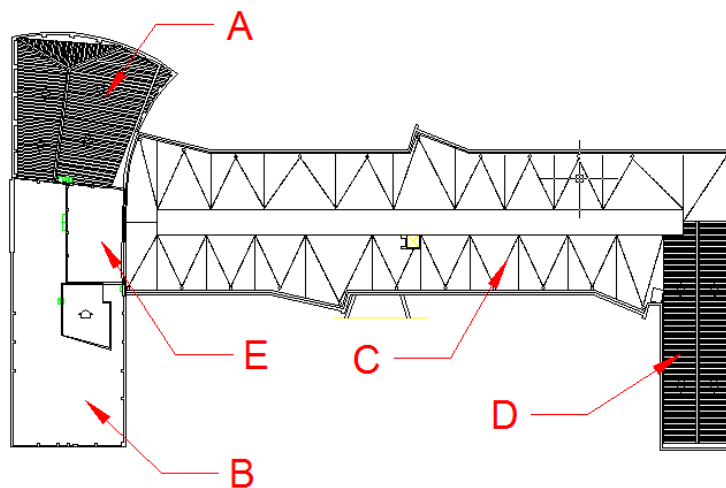


Ilustración 21 Esquema de cubiertas

Código	Materiales	Superficie (m ²)	Hueco/Lucernario asociado
C1A	M13	360,17	-
C1B	M14	401,51	-
C1C	M14	1593,19	-
C1D	M15	291,50	-
C1E	M16	105,61	-

Tabla 10 Características de las cubiertas

4.3.3. MATERIALES FACHADAS Y CUBIERTAS

A continuación se adjunta una tabla donde se encuentra la descripción detallada de los materiales utilizados en fachadas y cubiertas, identificados por el mismo código que aparece en los apartados anteriores.

Código de material	Grosor	Materiales (de exterior a interior)
M1	4 cm	4 cm de cristal simple
M2	12 cm	12 cm de hormigón
M3	45 cm	4 cm de piedra escuadrada (arenisca), 4 cm de mortero, 15 cm de tohana, 5 cm de cámara de aire, 15 cm de tohana, 1 cm de enyesado
M3p	100 cm	4 cm de piedra escuadrada (arenisca), 95 cm de hormigón armado, 1 cm de enyesado
M3j	45cm	4 cm de revestimiento de piedra escuadrada (arenisca), 4 cm de mortero, 35 cm de jácena de hormigón armado
M4	45 cm	4 cm de chapado de piedra escuadrada (arenisca), 4cm de mortero, 15 cm de medio pie de fábrica (tohana), 5 cm de cámara de aire, 15 cm de medio pie de fábrica (tohana), 1 cm de enyesado
M5	30 cm	3 cm de revestimiento vidriado cerámico, 4 cm de mortero, 22 cm de tohana, 1 cm de enyesado
M6	30 cm	4 cm de mortero, 22 cm de tohana, 4 cm de mortero
M7	40 cm	14 cm de tocho macizo, 10 cm de cámara de aire, 15 cm de tohana, 1 cm de enyesado
M8	40 cm	4 cm de mortero (arrebozado), 15 cm de tohana, 10 cm de cámara de aire, 15 cm de tohana, 1 cm de enyesado.
M8a	40 cm	4 cm mortero (arrebozado), 40 cm de hormigón armado
M9	40 cm	6 cm de piedra arenisca tallada irregular, 4 cm de mortero, 15 cm de tohana, 5 cm de cámara de aire, 15 cm de tohana, 1 cm de enyesado
M10	50 cm	5 cm de losa cerámica, 7 cm de cámara de aire ventilada verticalmente, 3 cm de aislamiento térmico, 15 cm de tohana, 5 cm de cámara de aire, 15 cm de tohana, 1 cm de enyesado
M11	45 cm	3 cm de mortero (arrebozado), 15 cm de tohana, 12 cm de cámara de aire, 15 cm de tohana, 1 cm de enyesado
M12	20 cm	4 cm mortero (arrebozado), 15 cm de tohana, 1 cm de enyesado

Tabla 11 Listado materiales fachadas

Código de material	Grosor	Materiales (de exterior a interior)
M13	25 cm	5 cm de panel sándwich, 5 cm de cámara de aire, 1 cm de tela impermeable, 3 cm de recrido de hormigón, 10 cm de placa durisol
M14	40 cm	2 cm azulejo cerámico, 2 cm mortero, 2 cm de lámina impermeable, 10 cm de hormigón celular, 25 cm de forjado unidireccional
M15	50 cm	2 cm placa metálica, 10 cm cámara de aire, 2 cm azulejo cerámico, 2 cm mortero, 2 cm de lámina impermeable, 10 cm de hormigón celular, 25 cm de forjado unidireccional
M16	40 cm	3 cm de asfalto, 10 cm de hormigón celular, 25 cm de forjado unidireccional

Tabla 12 Listado materiales cubiertas

4.3.4. EL SUELO

El suelo puede estar en contacto con el aire o en contacto con el terreno.

El edificio no dispone de suelo en contacto con el aire.

El suelo en contacto con el terreno tiene una superficie de 2252,23 m², un perímetro de 141,01 metros y una profundidad de 0,42 metros. No dispone de aislamiento térmico.

4.3.5. HUECOS Y LUCERNARIOS

Los huecos y lucernarios engloban todas las puertas y ventanas existentes en los cerramientos exteriores. Los huecos están situados en las fachadas y los lucernarios en las cubiertas.

A continuación se adjunta una tabla que enumera los diferentes huecos y lucernarios que hay en el edificio en estudio así como las características de cada uno de ellos.

Código	Localización	Dimensiones	Descripción	% de marco
P1	Puerta entrada principal (Hay 3)	2,50 x 3,40 metros	Puerta de cristal simple y marco metálico de color gris claro sin rotura de puente térmico (RPT)	18%
P2	Puerta sótano	3,40 x 2,93 metros	Puerta metálica de color gris oscuro sin RPT y con retranqueo de 57 cm	100%
P3	Puerta planta 3 terraza	1,40 x 2,12 metros	Puerta de cristal simple y marco metálico de color negro sin RPT	20%
P4	Puerta fachada 2 escaleras	0,95 x 2,06 metros	Puerta metálica de color gris claro sin RPT	100%
P5	Puerta entrada fachada 6 (Hay 2)	2,85 x 3,30 metros	Puerta de cristal simple y marco metálico negro con RPT	24%
P6	Puerta laboratorio química	1,39 x 2,89 metros	Puerta metálica de color verde claro sin RPT	100%
P7	Puerta laboratorio física	1,10 x 2,61	Puerta metálica de color negro con RPT	100%
P8	Puerta fachada 3	2,28 x 2,99 metros	Puerta de cristal simple y marco metálico de color negro con RPT	16%
V1	Ventanas fachada 1 mosaico	1,17 x 1,93 metros	Ventana de cristal doble y marco metálico de color negro con RPT	16%
V2	Ventanas gimnasio	1,10 x 0,35 metros	Ventana de cristal doble y marco metálico de color negro con RPT y retranqueo de 16 cm	44%
V3	Ventanas sótano	1,19 x 0,81 metros	Ventana de cristal simple y marco metálico de color negro sin RPT y retranqueo de 16 cm	23%

V4	Ventanas planta 3 terraza	1,40 x 1,10 metros	Ventana de cristal doble y marco metálico de color negro con RPT	22%
V5	Ventanas comunes nuevas	1,40 x 1,90 metros	Ventana de cristal doble y marco metálico de color negro con RPT, retranqueo de 25 cm y caja de persianas	14%
V6	Ventanas comunes viejas	1,40 x 1,90 metros	Ventana de cristal simple y marco metálico de color negro sin RPT y retranqueo de 25 cm	14%
V7	Ventanas comunes nuevas planta 0	1,40 x 1,60 metros	Ventana de cristal doble y marco metálico de color negro con RPT, retranqueo de 25 cm y caja de persianas	15%
V8	Ventanas comunes viejas planta 0	1,40 x 1,60 metros	Ventana de cristal simple y marco metálico de color negro sin RPT y retranqueo de 25 cm	15%
V9	Ventanas nuevas fachada 5 y 4	1,28 x 1,90 metros	Ventana de cristal doble y marco metálico de color negro con RPT, retranqueo de 20 cm y caja de persianas	15%
V10	Ventanas viejas fachada 5 y 4	1,28 x 1,90 metros	Ventana de cristal simple y marco metálico de color negro sin RPT y retranqueo de 20 cm	15%
V11	Ventanas nuevas estrechas fachada 3	1,00 x 1,90 metros	Ventana de cristal doble y marco metálico de color negro con RPT y retranqueo de 20 cm	18%
V12	Ventanas nuevas de 3 fachada 3	3,40 x 1,90 metros	Ventana de cristal doble y marco metálico de color negro con RPT y retranqueo de 20 cm	18%
V13	Ventanas nuevas de dos fachada 4	2,35 x 1,90 metros	Ventana de cristal doble y marco metálico de color negro con RPT y retranqueo de 20 cm	18%
V14	Ventanas fachada ventilada	1,17 x 2,95 metros	Ventana de cristal simple y marco metálico de color negro con RPT y retranqueo de 49 cm	20%

Tabla 13 Características de los huecos/lucernarios

4.3.6. PARTICIONES INTERIORES

Las particiones interiores separan el espacio habitable del edificio de un espacio no habitable del mismo.

Se clasifican en tres grupos:

- 1- Partición interior vertical
- 2- Partición interior horizontal con espacio NH inferior
- 3- Partición interior horizontal con espacio NH superior

En el caso del edificio objeto tenemos:

Código	Tipo	Superficie partición (m ²)	Superficie cerramiento (m ²)	Grado de ventilación del espacio NH	Aislamiento térmico en..
PI1	3 - espacio bajo cubierta inclinada (C1A)	360,17	378,53 ³	Ligeramente ventilado	El cerramiento

Tabla 14 Características de las particiones interiores

³ Cálculos a partir de la superficie de la partición sabiendo que la pendiente de la cubierta C1A es del 30%

4.3.7. PUENTES TÉRMICOS

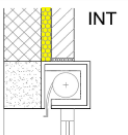
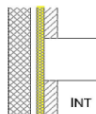
Los puentes térmicos (PT) son zonas de la envolvente térmica dónde se aprecia una discontinuidad constructiva provocada por la intersección de uno o más elementos de la envolvente térmica con otro elemento como puede ser estructural.

A continuación se adjunta una tabla que relaciona los cerramientos con los puentes térmicos asociados.

Cerramientos	Puente térmico asociado
Muro de fachada	Pilar integrado en fachada
	Pilar en esquina
	Encuentro de fachada con forjado
Cubierta en contacto con aire + Muro de fachada	Encuentro de fachada con cubierta
Suelo en contacto con aire + Muro de fachada	Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
Suelo en contacto con terreno + Muro de fachada	Fachada con solera
Huecos + Muro de fachada	Contorno de huecos
	Caja de persiana

Tabla 15 Clasificación de puentes térmicos. Fuente [6]

Los puentes térmicos que tiene el edificio en estudio son los siguientes:

Código	Tipo de PT	Imagen	Cerramiento asociado	Conductividad térmica (W/m·K)	Longitud (m)
PT1	Caja de persiana		F2B	0,85	105,00
PT2			F2D		9,80
PT3			F4B		19,20
PT4			F5B		25,60
PT5			F6A		121,80
PT6			F6F		5,60
PT7	Encuentro de la fachada con el forjado		F6G	0,18	46,62

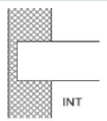
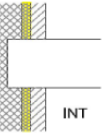
PT8	Encuentro de la fachada con el forjado		F1E	0,93	40,50
PT9			F2C		257,28
PT10			F2E		48,99
PT11			F2C		63,15
PT12			F4C		61,11
PT13			F5C		88,89
PT14			F6B		258,24
PT15	Encuentro de la fachada con el forjado		F1A	1,10	40,50
PT16			F2F		31,89
PT17			F7A		20,00

Tabla 16 Características de los puentes térmicos

4.4. INSTALACIONES

La mayoría de datos de las instalaciones son estimados a partir de datos conocidos de las instalaciones, extraídos de las placas de las máquinas y de proyectos de reforma de las instalaciones. Los datos que no se han podido conocer se han puesto como predeterminados por el programa, que escoge la peor opción dentro de la normativa vigente en el año de construcción teniendo en cuenta los datos generales del edificio.

Las características que se exponen a continuación son solamente las que pide el programa. Se considera que las demás características de los equipos no son lo suficientemente influyentes para el desarrollo de este estudio.

4.4.1. EQUIPO DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

El equipo de agua caliente sanitaria está formado por dos calderas que calientan el agua que les llega de un acumulador solar. Estas calderas están conectadas en serie, la primera calienta el agua todo lo que le permite su capacidad y si no es suficiente pasa a la segunda para que continúe aumentando la temperatura. El esquema de funcionamiento es el siguiente:

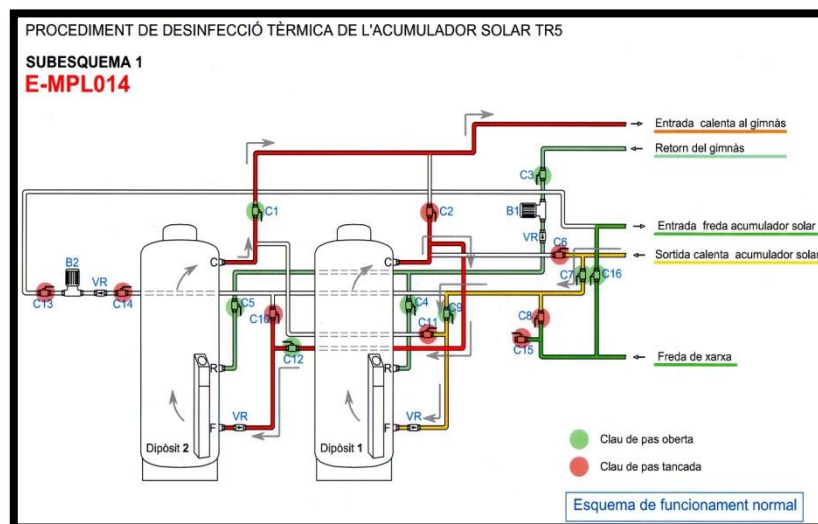
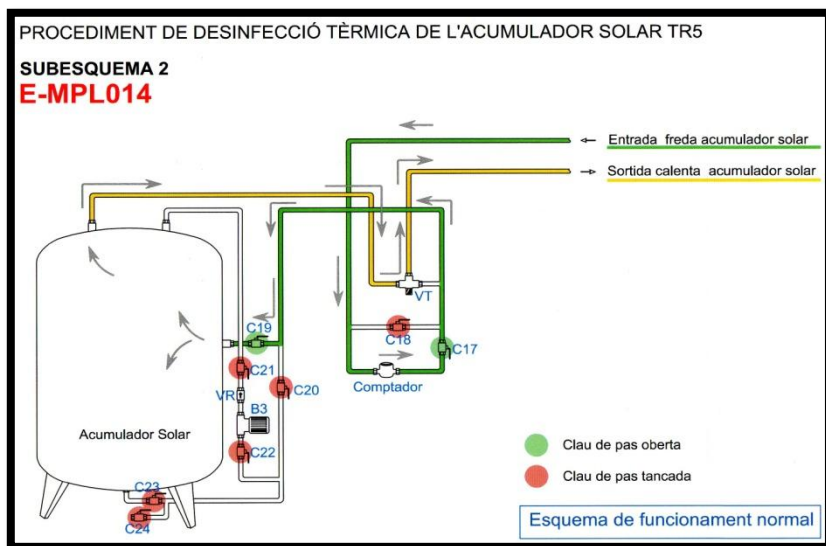


Ilustración 22 Equipo de ACS



Il·lustració 23 Acumulador solar de ACS

A continuació se mostra una taula con las característiques principals del equipu.

Código: Equipo ACS

Características

Tipo de generador	Caldera estándar
Tipo de combustible	Gas natural

Demanda cubierta

Superficie (m ²)	9282,19
Porcentaje (%)	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional	Estimado según instalación	
	Potencia nominal	31 kW
	Rendimiento combustión	90%
	Aislamiento	Bien aislada y mantenida

Con acumulación

Volumen depósito (l)	3500
Tipo de aislamiento y espesor	Espuma de Poliuretano 25 mm
Temperatura alta y baja	60° - 20°

Tabla 17 Características de los equipos de ACS

4.4.2. EQUIPO DE CALEFACCIÓN

El equipo de calefacción está formado por dos calderas que funcionan en paralelo, complementadas cada una de ellas por su respectivo quemador. Estos equipos están situados en la sala de calderas en el sótano del edificio. Las características básicas de cada una de ellas se exponen a continuación.

Código: Caldera 1

Características

Tipo de generador	Caldera estándar
Tipo de combustible	Gas natural

Demanda cubierta

Superficie (m ²)	4641,10
Porcentaje (%)	50

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional	Estimado según instalación	
	Potencia nominal	796,5 kW
	Rendimiento combustión	90%
	Aislamiento	Bien aislada y mantenida

Código: Caldera 2

Características

Tipo de generador	Caldera estándar
Tipo de combustible	Gas natural

Demanda cubierta

Superficie (m ²)	4641,10
Porcentaje (%)	50

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional	Estimado según instalación	
	Potencia nominal	796,5 kW
	Rendimiento combustión	90%
	Aislamiento	Bien aislada y mantenida

Tabla 18 Características de los equipos de calefacción

4.4.3. EQUIPO DE REFRIGERACIÓN

El equipo de refrigeración consta de una máquina frigorífica emplazada en la cubierta del edificio. Las características del equipo se detallan a continuación.

Código: Máquina frigorífica

Características

Tipo de generador	Máquina frigorífica
Tipo de combustible	Electricidad

Demanda cubierta

Superficie (m ²)	9282,19
Porcentaje (%)	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional	Estimado según instalación	
	Antigüedad del equipo	Entre 5 y 10 años
	Rendimiento nominal	150 %
	Características	Aire-Agua

Tabla 19 Características de los equipos de refrigeración

4.4.4. CONTRIBUCIONES ENERGÉTICAS

Las contribuciones energéticas del edificio son básicamente un conjunto de placas solares que cubren una parte de la demanda de ACS. Las placas solares son utilizadas para calentar el agua que hay en el acumulador solar de 20°C a 45°C, después el agua va a la caldera donde se calienta de 45° a 70°C y finalmente pasa al gimnasio donde se regula la temperatura para su posterior consumo.

Código: Placas solares

Fuentes de energía renovable

Porcentaje de demanda de ACS cubierto	50%
Porcentaje de demanda de calefacción cubierto	0%
Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto	0%

Tabla 20 Características de las contribuciones energéticas

4.4.5. EQUIPOS DE ILUMINACIÓN

La iluminación del edificio está constituida por diferentes tipos de luces. Para simplificar el estudio se ha decidido generalizar todas las luces con las más abundantes, que son los que encontramos en aulas, despachos y pasillos, éstos son fluorescentes del tipo TL5 y TL-D. A continuación se muestra las características demandadas por el programa.

Código: Luces principales

Características

Superficie (m ²)	9282,19
Superficie con control de iluminación	127,58

Eficiencia energética

Actividad	Aulas y laboratorios
Tipo de equipo	Fluorescencia lineal de 16 mm
Iluminancia media horizontal	500 lux

Tabla 21 Características de los equipos de iluminación

4.4.6. EQUIPOS DE AIRE PRIMARIO

El equipo de aire primario de este edificio es la climatizadora, que intercambia el aire del exterior con el interior sin aportarle o quitarle calor. En el apartado de equipos de aire primario del programa lo único que interesa es saber el caudal que puede llegar a conducir el aparato.

Código: Clima

Caudal de ventilación (m ³ /h)	10000
---	-------

Tabla 22 Características de los equipos de aire primario

4.4.7. VENTILADORES

Son los elementos que mueven el aire como fancoils, climatizadoras o condensadores autónomos por aire. En este caso se han agrupado todos los fancoils para facilitar el estudio, sumando las potencias eléctricas de cada uno de ellos. Las características se muestran a continuación.

Código: FanCoils

Características

Tipo de ventilador	Ventilador de caudal constante
Servicio	Refrigeración

Consumo energético anual

Potencia eléctrica (kW)	9
Número de horas de demanda	14897,6
Funciona cuando no hay demanda térmica	No

Código: Climatizadora ref.

Características

Tipo de ventilador	Ventilador de varias velocidades
Servicio	Refrigeración

Consumo energético anual

Potencia eléctrica (kW)	77
Número de horas de demanda	2138
Funciona cuando no hay demanda térmica	No

Código: Climatizadora cal.

Características

Tipo de ventilador	Ventilador de varias velocidades
Servicio	Calefacción

Consumo energético anual

Potencia eléctrica (kW)	130
Número de horas de demanda	9525,5
Funciona cuando no hay demanda térmica	No

Tabla 23 Características de los equipos de ventilación

4.4.8. EQUIPOS DE BOMBEO

Los equipos de bombeo engloban todos los equipos de movimiento de agua instalados en el edificio. Se diferencian bombas empleadas para calefacción, refrigeración o ACS.

Código: Bomba cal.

Características	
Tipo de bomba	Bomba de caudal constante
Servicio	Calefacción
Consumo energético anual	
Potencia eléctrica (kW)	4,8
Número de horas de demanda ⁴	1400 horas
Funciona cuando no hay demanda térmica	No

Código: Bomba ref.

Características	
Tipo de bomba	Bomba de caudal constante
Servicio	Refrigeración
Consumo energético anual	
Potencia eléctrica (kW)	1,1
Número de horas de demanda ⁴	1120 horas
Funciona cuando no hay demanda térmica	No

Código: Bomba ACS

Características	
Tipo de bomba	Bomba de caudal constante
Servicio	Calefacción
Consumo energético anual	
Potencia eléctrica (kW)	0,2
Número de horas de demanda ⁴	1030 horas
Funciona cuando no hay demanda térmica	No

Tabla 24 Características de los equipos de bombeo

⁴ Número de horas de demanda calculado a partir de la demanda energética estimada por el programa a partir de la envolvente térmica y de la potencia eléctrica de los aparatos. En el caso de que las horas de demanda resultantes fuesen superiores a las horas de funcionamiento de los diferentes equipos se establecen las horas máximas de funcionamiento de los equipos.

4.5 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Una vez introducidos todos los datos en el programa, este hace los cálculos pertinentes para obtener todos los indicadores de consumo que genera el edificio.

El resultado para el edificio TR5 es el siguiente:

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>< 104.4A</div><div>104.4-169.7B</div><div>169.7-261.0C</div><div>261.0-339.3D</div><div>339.3-417.6E</div><div>417.6-522.0F</div><div>≥ 522.0G</div></div> <div></div>	<div>286.57D</div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		1.5	E	0.52	B
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]	
		62.14		2.89	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		0.44	B	0.52	B
Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	
286.57		12.71		96.03	

Ilustración 24 Resultado de la calificación energética

Se puede apreciar en la imagen que el programa da un indicador general, que es el que marca la letra que se obtendría en la etiqueta, y diversos indicadores secundarios que ayudan a comprender como se distribuye el consumo energético en el edificio. En el caso del edificio en estudio se puede apreciar que la demanda de calefacción es la que tiene la peor calificación de todas.

El informe completo de la certificación energética del edificio, donde se resumen los datos introducidos así como se da más información sobre los diferentes consumos, está disponible en el *Anexo II* de esta memoria.

5. CERTIFICACIÓN BÁSICA

A continuación se realiza una certificación menos exhaustiva que la anterior. En este apartado no se describe paso a paso lo que es la certificación.

Esta certificación se asemejaría en procedimiento a la que haría un técnico certificador de una empresa, que sería recopilar los máximos datos en una visita al edificio y realizar la certificación con los datos que se tiene. Si no se ha conseguido cierta información se introduce en el programa como estimada o predeterminada.

Con esta certificación se quiere ver la diferencia de resultado en la calificación del edificio con respecto a la certificación exhaustiva.

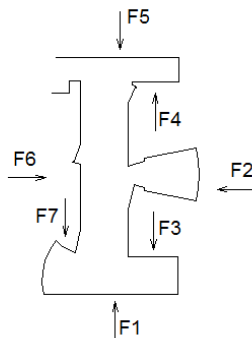
En este apartado se exponen los parámetros que son diferentes de los del apartado 7, los parámetros que no se exponen en este apartado se consideran iguales a los del apartado anterior.

5.1 LA ENVOLVENTE TÉRMICA

5.1.1. LOS MUROS

Muros de fachada:

En este caso también se ha desglosado el edificio en siete fachadas diferentes según la orientación y las características de cada una de ellas. La distribución de las fachadas es la siguiente:



Il·lustració 25 Disposició de les façades

Los datos para el cálculo de las propiedades térmicas del edificio son estimados en este caso. En la certificación hecha previamente los datos eran todos conocidos.

Las características de las diferentes fachadas se adjuntan en la siguiente tabla:

Código	Superficie	Tipo de fachada	Tiene aislamiento térmico	Hueco/lucernario asociado ⁵	Orientación
F1	923,48	Fachada de doble hoja con cámara de aire no ventilada	No	VN ⁶ (x60) + PG (x3) + PP (x1)	Oeste
F2	1399,87		No	VN (x97) + VV (x31) + PP (x1)	Sur
F3	289,46		No	VN (x34) + PG (x1)	Este
F4	324,65		No	VN (x15) + VV (x8) + PP (x1)	Oeste
F5	378,48		No	VN (x19) + VV (x10)	Este
F6	1506,99		No	VN (x92) + VV (x35) + PP (x1) + PG (x3)	Norte
F7	106,11		No	VN (x4)	Este

Tabla 25 Características de las fachadas simplificadas

⁵ Descritos en el apartado 5.1.3 de este documento.

⁶ Ventanas del tipo VN pero sin persianas.

5.1.2. LAS CUBIERTAS

Se han agrupado las cubiertas en dos grupos, cubiertas planas (CP) y cubiertas inclinadas (CI).

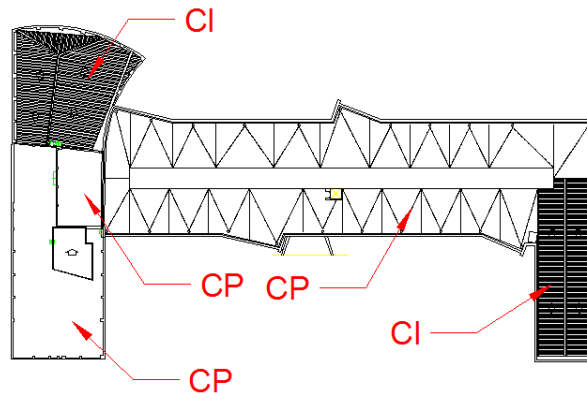


Ilustración 26 Esquema de cubiertas simplificado

A continuación se muestran las características de los dos tipos de cubiertas.

Código	Tipo de cubierta	Tiene aislamiento térmico	Superficie (m ²)	Hueco/Lucernario asociado
CP	Cubierta plana sobre forjado unidireccional	No	2100,31	-
CI	Cubierta inclinada sobre forjado unidireccional	No	651,67	-

Tabla 26 Características de las cubiertas simplificadas

5.1.3. HUECOS Y LUCERNARIOS

En este caso se han resumido los huecos en cuatro grupos, ventanas nuevas (VN), ventanas viejas (VV), puertas pequeñas (PP) y puertas grandes (PG).

Código	Dimensiones	Descripción	% de marco
VN	1,40 x 1,90 metros	Ventana de cristal doble y marco metálico de color negro con rotura de puente térmico (RPT), retranqueo de 25 cm y caja de persianas.	15%
VV	1,40 x 1,90 metros	Ventana de cristal simple y marco metálico de color negro sin RPT y retranqueo de 25 cm.	15%
PP	1,40 x 2,50 metros	Puerta de cristal simple y marco metálico de color negro sin RPT	20%
PG	2,30 x 3,00 metros	Puerta de cristal simple y marco metálico de color negro con RPT	15%

Tabla 27 Características de los huecos/lucernarios simplificados

5.1.4. PARTICIONES INTERIORES

En este caso no se han considerado particiones interiores (para simplificar la certificación).

5.1.5. PUENTES TÉRMICOS

Se han elegido los diferentes tipos de puentes térmicos que tiene el edificio y el programa los sitúa y los calcula por defecto.

Los puentes térmicos escogidos son los siguientes:

Puente térmico por defecto



Definir puentes térmicos por defecto

- ☐ Pilar integrado en fachada
- ☐ Pilar en esquina
- ☒ Contorno de hueco
- ☒ Caja de persiana
- ☒ Encuentro de fachada con forjado
- ☒ Encuentro de fachada con cubierta
- ☐ Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
- ☒ Encuentro de fachada con solera

Cargar Borrar

Ilustración 27 Ventana de definición de los puentes térmicos por defecto en CE3x

A continuación se eliminan los PT de caja de persiana que estén definidos sobre los huecos o lucernarios que no sean VN, puesto que estos son los únicos que disponen de persianas.

5.2 LAS INSTALACIONES

En este caso las instalaciones se han decidido dejar iguales que en el apartado anterior. El principal motivo es que en el caso anterior, prácticamente todas las instalaciones se introdujeron en el programa como datos estimados, que es lo que se está haciendo en este apartado para hacer una certificación más simplificada.

5.3 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Una vez introducidos los datos obtenemos la siguiente calificación para el caso de la certificación básica:

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>< 104.1A</div><div>104.1-169.2B</div><div>169.2-260.3C</div><div>260.3-338.4D</div><div>338.4-416.4E</div><div>416.4-520.5F</div><div>≥ 520.5G</div></div> <div>297.42 D</div>		CALEFACCIÓN		ACS	
		1.71	F	0.52	B
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]	
		82.04		2.89	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		0.17	A	0.52	B
		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	
		Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]		3.68	
297.42					

Ilustración 28 Resultado de la calificación energética básica

Se puede apreciar que la variación con respecto a la certificación exhaustiva es mínima. En este caso el consumo ha dado un poco superior, este resultado es lógico puesto que el programa lo que hace cuando se escogen valores estimados o por defecto es ponerse en el peor caso que cumpla la normativa del momento.

La diferencia es mayor si nos fijamos en los indicadores parciales, en este caso ha aumentado el consumo de calefacción y el de refrigeración ha disminuido respecto a la certificación exhaustiva. En balance el consumo global no varía mucho.

El informe completo, más desarrollado, se encuentra en el *Anexo III* de esta memoria.

6. CERTIFICACIÓN MONITORIZADA

El edificio en estudio es un edificio monitorizado que registra los consumos de electricidad, agua y gas en una base de datos llamada SIRENA, que está abierta a todo el público para que puedan conocer lo que se gasta en un edificio público de servicios. Con esta base de datos se pueden observar los consumos actuales o en un intervalo de tiempo determinado así como el coste.

Para la obtención de los consumos de electricidad se han considerado los consumos medios anuales a partir de los registros de los consumos mensuales en los últimos años.

A continuación se muestra el gráfico de consumos de electricidad obtenido directamente de la base de datos. En rosa el consumo de electricidad general y en negro el consumo de electricidad que hace referencia a la climatización de la planta 3 del edificio. Este consumo aparece aparte puesto que las instalaciones de climatización fueron un proyecto posterior al resto de instalaciones.

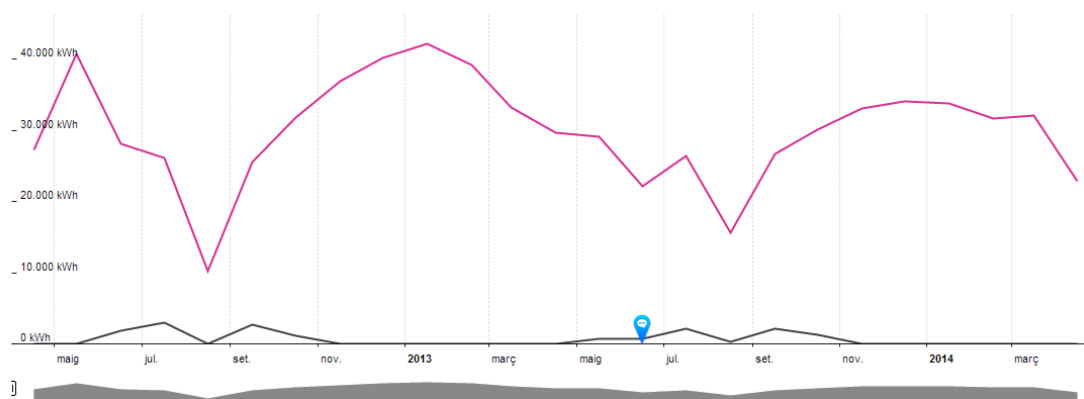


Ilustración 29 Gráfico de consumos de electricidad. Fuente [7]

Se han representado los valores de los consumos de electricidad en la siguiente tabla para el posterior cálculo del consumo medio anual.

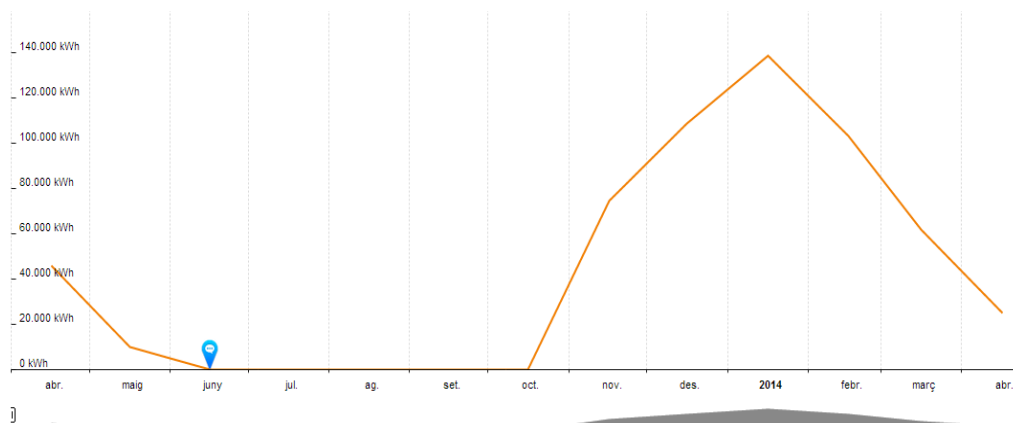
ELECTRICIDAD			ELECTRICIDAD CLIMA.		
	Consumo (kWh)			Consumo (kWh)	
	2012-13	2013-14		2012-13	2013-14
Abril	27.269,31	29.697,89	Abril	0,00	9,32
Mayo	40.720,50	29.144,73	Mayo	0,00	744,03
Junio	28.192,75	22.096,64	Junio	2.853,98	740,32
Julio	26.069,88	26.410,46	Julio	2.990,04	2.071,76
Agosto	10.248,00	15.557,61	Agosto	0,00	284,30
Septiembre	25.554,75	26.410,46	Septiembre	2.666,91	2.132,63
Octubre	31.824,88	15.557,61	Octubre	1.154,21	1.222,50
Noviembre	36.984,25	26.726,98	Noviembre	18,13	0,11
Diciembre	40.262,62	30.138,88	Diciembre	44,09	0,00
Enero	42.178,62	33.151,45	Enero	33,38	0,00
Febrero	39.242,20	31.620,45	Febrero	2,23	0,00
Marzo	33.268,93	32.081,50	Marzo	1,14	0,00
Total anual	381.816,69	318.594,66	Total anual	9.764,11	7.204,97
Consumo medio anual:	350.205,68		Consumo medio anual:	8.484,54	

Tabla 28 Consumos de electricidad monitorizados

Se observa que el consumo de climatización es bastante bajo. Esto concuerda con las certificaciones hechas mediante el programa CE3x, que indicaban que la demanda de refrigeración para el edificio era bastante baja.

Para los datos de gas solo están registrados los consumos de este último año. Además la base de datos proporciona el consumo de gas del TR5 y del TR6 en conjunto.

Seguidamente se muestra el gráfico de consumos de gas natural obtenido directamente de la base de datos.



Il·lustració 30 Gràfic de consumos de electricitat. Fuente: [7]

A continuació se mostra la taula on es recullen els dades de consum de gas mes a mes.

GAS CALEFACCIÓ	
	Consumo (kWh)
	2013-14
Abril	46.096,87
Mayo	9.785,62
Junio	0,00
Julio	0,00
Agosto	0,00
Septiembre	0,00
Octubre	93,98
Noviembre	74.482,73
Diciembre	108.609,16
Enero	138.756,50
Febrero	103.388,20
Marzo	61.778,56
Total anual:	542.991,62

Tabla 29 Consumo de gas monitorizado

Como este consumo es la suma de los consumos de los edificios TR6 y TR5 se ha decidido hacer una ponderación a partir de la superficie de cada edificio para saber el consumo que genera cada uno por separado.

	Superficie (m ²)	Consumo (kWh)
Total	11.650,31	542.991,62
TR5	9.282,19	432.619,51
TR6	2.368,12	110.372,11

Tabla 30 Consumos de gas TR5 y TR6 ponderados

Se puede observar que el consumo de calefacción es más elevado que cualquier otro, puesto que el consumo de gas hace referencia al consumo de calefacción y ACS mientras que el consumo de electricidad es la suma de los consumos de las instalaciones de refrigeración, ventilación, luminaria y bombeo.

Esto concuerda con cualquiera de las modelizaciones realizadas previamente, donde el programa decía que la mayor demanda era la de calefacción para las características de envolvente térmica introducidas.

Para poder hacer una posterior comparativa de los resultados es importante saber que hay dos tipos de energía, la final y la primaria. La energía final es la que se consume en el edificio mientras que la energía primaria es la energía que se debe generar en la central para que contando las pérdidas de energía por el transporte se pueda tener la energía final necesaria en el punto de consumo.

En la imagen siguiente se pueden ver con más claridad los diferentes tipos de energía.

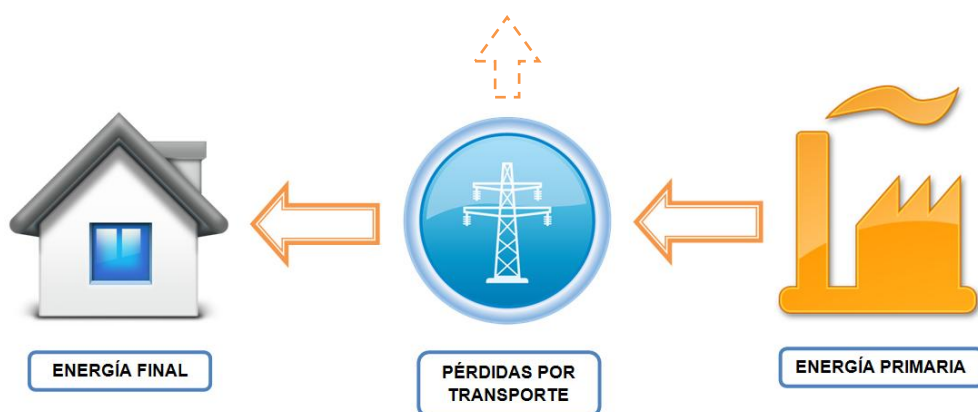


Ilustración 31 Esquema energía final y primaria

El consumo que aparece en la etiqueta de eficiencia energética es el consumo de energía primaria mientras que el consumo obtenido de la base de datos del SIRENA es energía final.

A continuación se adjunta una tabla donde se transforman los datos de energía final obtenidos en este apartado en energía primaria a partir de un factor de conversión.

	Consumo energía final (kWh)	Factor de conversión ⁷	Consumo energía primaria (kWh)
Electricidad	358.690,22	2,605	934.262,90
Gas natural	432.619,51	1,012	437.649,97
TOTALES	791.309,73		1.371.912,87
	85,25 (kWh/m²)		147,80 (kWh/m²)

Tabla 31 Conversión energía final a energía primaria

Finalmente se dispondría a la realización del informe donde se redactarían las características generales de envolvente térmica e instalaciones del edificio y donde se incluiría el consumo medio anual, que es lo que se ha calculado en este apartado, y las emisiones de CO₂ generadas a partir del consumo de energía primaria.

Este estudio no contempla la realización de este informe porque su principal objetivo es la comparación de los resultados de emisiones finales. El informe sería similar a los apartados 4 y 5 donde se describen una a una las características del edificio solo que sería más resumido y en formato informe, como los informes finales que se obtienen con el programa CE3x.

⁷ Factor de conversión obtenido a partir de los datos del IDAE. Fuente [8].

7. COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en cada una de las certificaciones así como los principales problemas que han surgido en cada caso se exponen a continuación.

El tiempo dedicado y el coste total de cada una de las certificaciones se ha dividido en tres partes: trabajo de campo, cálculos/simulación y redacción del informe final. Esta división sirve para poder entender cómo se distribuyen las cargas de trabajo en las diferentes certificaciones.

Certificación Exhaustiva:

En esta certificación el principal problema ha sido la falta de información sobre la envolvente térmica e instalaciones. Se ha tenido que invertir mucho tiempo en la búsqueda de información para obtener una información detallada de las características del edificio.

	Horas dedicadas	C. Unitario (€/h)	Coste (€)
Trabajo de campo	50	25	1.250,00
Cálculos/simulación	20	30	600,00
Redacción informe	0	20	0,00
TOTAL	70		1.850,00

Tabla 32 Distribución horas/coste certificación exhaustiva

El tiempo para la redacción del informe en este caso es cero porque el programa lo genera automáticamente.

Certificación Básica:

El principal problema en este caso ha sido que para ahorrar tiempo de trabajo de campo se han puesto la mayoría de valores como estimados, esto es un punto negativo a la hora de la obtención de la etiqueta, porque el órgano responsable de su emisión valora muy positivamente que la mayoría de los datos introducidos en el informe sean conocidos.

	Horas dedicadas	C. Unitario (€/h)	Coste (€)
Trabajo de campo	20	25	500,00
Cálculos/simulación	10	30	300,00
Redacción informe	0	20	0,00
TOTAL	30		800,00

Tabla 33 Distribución horas/coste certificación básica

El tiempo para la redacción del informe en este caso es también cero porque el programa lo genera automáticamente.

Certificación Monitorizada:

El principal problema de este tipo de certificación es que el edificio tiene que estar correctamente monitorizado para que los datos obtenidos en la base de datos se correspondan con el edificio que se está certificando. Por ejemplo, la monitorización del gas constaba del consumo de dos edificios, el TR5 y el TR6, para unos mejores resultados estos datos tendrían que estar separados para cada edificio.

Con este tipo de certificación no se puede obtener tanta información como la que te ofrece el programa, a no ser que se monitorice por separado el consumo que hace referencia a la iluminación, ACS, calefacción y refrigeración. En este caso solo se disponía del consumo de gas y electricidad, pero no se sabe exactamente de donde proviene este consumo aunque se puede intuir.

	Horas dedicadas	C. Unitario (€/h)	Coste (€)
Trabajo de campo	20	25	500,00
Cálculos/simulación	2	30	60,00
Redacción informe	10	20	200,00
TOTAL	32		760,00

Tabla 34 Distribución horas/coste certificación monitorizada

En este caso, al no tener que introducir los datos en el programa, el tiempo de simulación se ve muy reducido, las horas empleadas en este apartado son para realizar los cálculos vistos en el apartado 6 de este documento, si se dispusiera de una hoja de cálculo ya preparada la obtención de los resultados de los cálculos sería automática. Por el contrario, las horas para la redacción del informe incrementan porque todos los datos recogidos mediante el trabajo de campo deben ser redactados manualmente.

En el gráfico que aparece a continuación se puede apreciar cómo están distribuidas las horas en cada tipo de certificación.

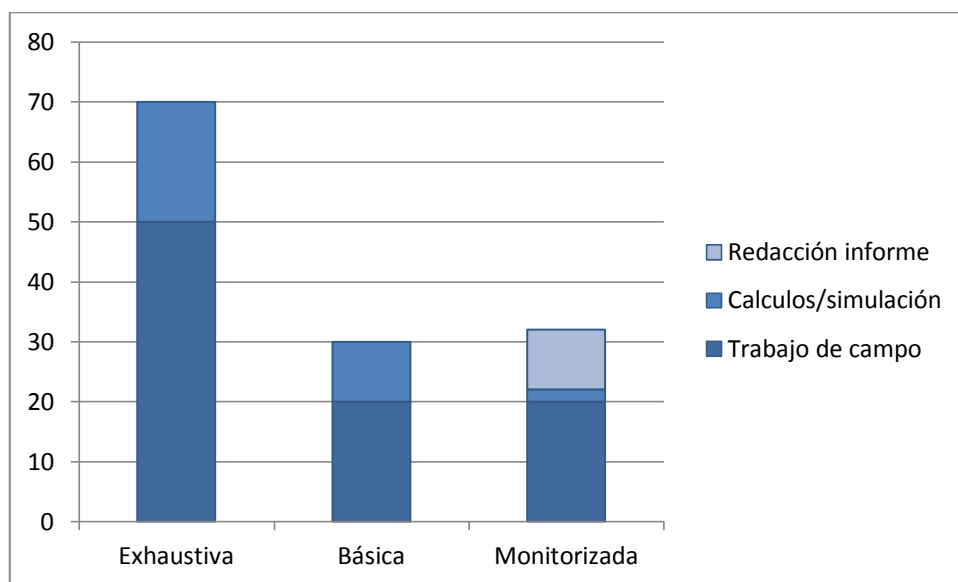


Ilustración 32 Gráfico distribución horas

A continuació se adjunta una taula on es reflecteixen les hores dedicades per a la realització dels diferents tipus de certificació així com el resultat obtingut del consum mitjà anual de l'edifici en cada cas.

Tipo de certificación	Resultado (kWh/m ² ·año)	Calificación	Horas dedicadas	Coste (€)
Exhaustiva	286,57	D	70	1.850,00
Básica	297,42	D	30	800,00
Monitorizada	147,80	B	32	760,00

Tabla 35 Resumen de resultados

8. TRABAJOS FUTUROS

A partir de este estudio se pueden desarrollar diferentes trabajos, que servirán para complementar el estudio realizado.

1. Diseño de un software para complementar los programas de certificación energética existentes con un apartado de cálculo del consumo de energía primaria y emisiones a partir de los datos reales de consumo del edificio.

Identificación de las actividades:

- 1.1. Búsqueda de los factores de conversión actuales de energía final a energía primaria para cada fuente de energía.
- 1.2. Búsqueda de los factores de emisión de las diferentes fuentes de energía.
- 1.3. Búsqueda de información sobre los diferentes programas existentes de calificación energética.
- 1.4. Desarrollo del software en el lenguaje de programación utilizado en cada programa.

Estimación del tiempo requerido para la realización de las actividades:

Código	Precedida por	Esfuerzo (horas/semana)	Trabajo (horas)	Duración (semanas)
1.1	-	15	3	0,2
1.2	-	15	3	0,2
1.3	-	15	30	2,0
1.4	1.1, 1.2 y 1.3	15	150	10,0
		Total	186	12,4

Tabla 36 Distribución de tiempos para el trabajo futuro 1

Este trabajo sirve para reducir el tiempo de redacción del informe en el tipo de calificación monitorizada, ya que utilizando éste software el informe se genera automáticamente a partir de los datos introducidos por el usuario.

2. Realización de 100 certificaciones energéticas según la metodología descrita en este estudio y su posterior estudio estadístico.

Sería interesante la realización de este trabajo después de haber desarrollado el software del trabajo 1.

En este trabajo, en vez de realizar dos certificaciones con CE3x solo se realizará una, la certificación básica, para ahorrar tiempo. Como ya se ha visto en este estudio, el resultado final es muy similar a la certificación exhaustiva.

Identificación de las actividades:

- 2.1. Certificación básica de 100 edificios en CE3x.
- 2.2. Certificación monitorizada de 100 edificios a partir de datos reales de consumo.
- 2.3. Realización del estudio estadístico y conclusiones.

Estimación del tiempo requerido para la realización de las actividades:

Código	Precedida por	Esfuerzo (horas/semana)	Trabajo (horas)	Duración (semanas)
2.1	-	15	300	20,0
2.2	-	15	150	10,0
2.3	2.1 y 2.2	15	30	2,0
		Total	144	32,0

Tabla 37 Distribución de tiempos para el trabajo futuro 2

Con este estudio se pretende obtener más información, ya que cuantas más certificaciones se hagan mejores conclusiones se pueden extraer y ver si realmente sucede lo que se ha visto en este estudio.

9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Este trabajo es un estudio relacionado directamente con la eficiencia energética. El impacto ambiental que genera este estudio es principalmente de carácter social.

Este estudio puede servir para informar a los lectores sobre las diferentes actuaciones que los gobiernos están implantando en temas de eficiencia energética y los motivos que los han llevado a ello, que son principalmente la reducción del consumo energético y sus respectivas emisiones de dióxido de carbono.

En este trabajo se ha calculado el consumo energético del edificio TR5 de *l'Escola d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa*, perteneciente a la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC). Como edificio público, es importante saber el consumo que tiene y las emisiones de CO₂ que genera, y qué se puede hacer para mejorarlo, ya que entre todos estamos contribuyendo a su funcionamiento.

Se ha observado en todas las certificaciones que este edificio tiene mucha demanda de calefacción y prácticamente nada de refrigeración. Por tanto, esto puede servir para futuras medidas de mejora aplicadas en el edificio, que puedan hacer reducir esta demanda.

10. RESUMEN ECONÓMICO

El coste total de este estudio es de 7.567,34 € -- siete mil quinientos sesenta y siete euros y treinta y cuatro céntimos -- (IVA incluido).

El desglose del coste económico de este trabajo está incluido en el documento presupuesto.

11. CONCLUSIONES

Se observa que hay muy poca diferencia en lo que hace referencia al resultado entre las dos simulaciones con CE3x. En cambio, las horas dedicadas en la certificación exhaustiva son un poco más del doble de las horas dedicadas en la certificación básica. Esto puede ser debido a que el resultado final se vea más influenciado en el programa por los datos de las instalaciones (que son los datos que se han mantenido iguales en las dos certificaciones) y que la envolvente térmica no juegue un papel tan importante en este sentido.

Los dos resultados de las simulaciones difieren de los resultados reales. Esta diferencia es grande, la simulación proporciona un consumo el doble de grande que el valor real. Esto indica que los datos obtenidos mediante métodos simplificados están sobredimensionados.

Esta diferencia puede ser debida a que el programa no tiene en cuenta parámetros que influyen directamente en el consumo del edificio como la cantidad de gente que hay dentro así como la consciencia energética que tienen, la temperatura consigna de verano e invierno o la cantidad de elementos extra que están conectados al edificio entre otros parámetros. Esta diferencia, conocida como *performance gap*, se está empezando a estudiar actualmente, ya que hace poco que entró en vigor la normativa de certificación de eficiencia energética de edificios y se está notando cada vez más que la simulación y la realidad difieren. Según el edificio y las personas que lo utilizan el valor real comparado con el simulado es a veces más grande o más pequeño, cómo en el caso del edificio en estudio.

Ahora mismo el tipo de certificación monitorizada no está aprobada por el ministerio así que no se podría obtener la etiqueta utilizando esta metodología pese a que los resultados obtenidos sean reales cosa que con las modelizaciones con CE3x no sucede.

Se podría llegar a aceptar una certificación basada en los datos reales en edificios que tengan el consumo monitorizado dado que mediante este método se obtienen todos los datos que según el Real Decreto 235/2013 (artículo 6) son necesarios:

- **Indicador de consumo del edificio.** Es lo que se ha calculado en el apartado 6 de este documento.
- **Indicador de emisiones de CO₂.** Este dato se calcula a partir del consumo de energía primaria multiplicándolo por un factor de emisión acorde con la normativa.
- **Descripción de las características energéticas del edificio:** envolvente térmica, instalaciones térmicas y de iluminación, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, condiciones de confort térmico, lumínico, calidad de aire interior y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.

Si se implementase el software descrito en el apartado de trabajos futuros esta certificación sería todavía más rápida y cómoda.

Con esta certificación se ganaría tiempo, el coste sería menor y los resultados serían más precisos.

BIBLIOGRAFIA

- [1] EADIC. Curso de calificación energética de edificios: LIDER y CALENER VyP. Tema 1: la certificación energética de edificios y su normativa. [En línea] Disponible: http://www.eadic-innova.com/eficiencia/source/tema1_eadic.pdf [Último acceso: 16 de mayo de 2014]
- [2] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Secretaría de estado de Energía. Nota informativa sobre Procedimiento Transitorio para la Certificación de Eficiencia Energética (13/03/14). [En línea] Disponible: http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Documents/20140313_Nota_Informativa_Procedimiento_transitorio_Certificacion.pdf [Último acceso: 5 de mayo de 2014]
- [3] Modelo de etiqueta de edificio terminado. [En línea] Disponible: <http://www.minetur.gob.es/ENERGIA/DESARROLLO/EFICIENCIAENERGETICA/CERTIFICACIONENERGETICA/DOCUMENTOSRECONOCIDOS/Paginas/Normativaymodelosdeutilizaci%C3%B3n.aspx> [Último acceso: 27 de mayo de 2014]
- [4] Guía IDAE, manual de fundamentos técnicos de calificación energética en edificios existentes CE3x. Capítulo 6. Cálculo de las clases de eficiencia energética (páginas 29-31). Ed. IDAE. Madrid, julio 2012.
- [5] Guía IDAE, manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3x. (página 30). Ed. IDAE. Madrid, julio 2012.
- [6] Escuela de Energía Verde. Curso de certificación de eficiencia energética de viviendas existentes, CE3 y CE3x. Capítulo 6: CE3x la entrada de datos (página 104).
- [7] SIRENA. Universitat Politècnica de Catalunya, UPC. [En línea] Disponible: <http://sirenaupc.dexcell.com/dashboard/widgets.htm> [Último acceso: 2 de mayo de 2014]
- [8] Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER. Anexos. (página 49). Ed. IDAE. Madrid, mayo 2009.

- [9] Catálogo de elementos constructivos del CTE. Redacción: Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción con la colaboración de CEPCO y AICIA. Marzo 2010.
- [10] Escala de calificación energética para edificios de nueva construcción. Ed. IDAE. Madrid, mayo 2009.
- [11] Hernandez, H., & Meza, L. (2011). Propuesta de una metodología de certificación de eficiencia energética para viviendas en Chile. *Revista de la Construcción*, 10, 53–63.
- [12] DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- [13] BOE. (2013). RD 235/2013 Certificación Energética.
- [14] Sede electrónica de la dirección general del catastro. [En línea] Disponible: <https://www1.sedecatastro.gob.es/OVCFrames.aspx?TIPO=CONSULTA> [Último acceso: 24 de abril de 2014]
- [15] Carbon Trust. Closing the gap. [En línea] Disponible: <http://www.carbontrust.com/media/81361/ctg047-closing-the-gap-low-carbon-building-design.pdf> [Último acceso: 12 de junio de 2014]
- [16] The green construction board. Performance gap. [En línea] Disponible: <http://www.greenconstructionboard.org/index.php/resources/performance-gap> [Último acceso: 12 de junio de 2014]